

# Untersuchungen an Antorbitaldrüsen von *Madoqua* (Bovidae, Mammalia)<sup>1</sup>

Von JOACHIM RICHTER

Aus dem Dr. Senckenbergischen Anatomischen Institut der Universität Frankfurt am Main  
Direktor: Prof. Dr. D. Starck

Eingang des Ms. 2. 11. 1971

## Einleitung

Bei Boviden, Cerviden und Suiden kommen in der Nähe des nasalen Augenwinkels Hautdrüsen vor, die wegen ihrer Lage als Antorbital- oder Voraugendrüsen bezeichnet werden. Windspielantilopen oder „Dikdik“ der Gattung *Madoqua*, auch Gazellen- und Duckerarten zeigen als Besonderheit eine schwarze Pigmentierung des Antorbitaldrüsensekretes.

Durch ethologische Freilanduntersuchungen von SIMONETTA (1966), TINLEY (1969) und HENDRICHS (1971) an verschiedenen Arten der Gattung *Madoqua* wissen wir, daß Dikdik ihr Revier regelmäßig mit Antorbitalsekret markieren. Die an Grashalmen oder Zweigen abgesetzten Sekretropfen dienen wahrscheinlich als olfaktorisches Signal für die Artgenossen.

Unsere Kenntnisse von der Anatomie und Histologie dieser Drüsen sind dagegen noch sehr lückenhaft und beruhen ausnahmslos auf älteren Befunden (POCOCK 1910, 1918; BECCARI 1910; BRINKMANN 1911, 1912). Auch SCHAFFER (1940) war im Kapitel „Antorbitaldrüsen“ seiner Monographie über die Hautdrüsen der Säugetiere fast ausschließlich auf die Literatur angewiesen.

Detaillierte histologische Untersuchungen bilden die Grundlage für physiologische, biochemische und weitere ethologische Studien, die zur Aufklärung des Wirkungsmechanismus der Voraugendrüsen notwendig sind. Die Befunde von MÜLLER und LEMPERLE (1964) zeigen, daß besonders auch eine chemische Analyse des Drüsensekretes lohnend wäre. Die Autoren fanden mit Hilfe der Gaschromatographie im Duftstoff der Antorbitaldrüsen von *Cervus elaphus* 12 verschiedene Komponenten. Es ist noch unbekannt, ob diese Bausteine gruppenspezifisch sind oder bei anderen Unterfamilien bzw. Gattungen in gleicher oder ähnlicher Form vorkommen.

## Material und Methode

Für die makroskopische Betrachtung standen mir zwei formolfixierte Köpfe von *Madoqua phillipsi bararensis* Neumann 1905, ♂ und *Madoqua (Rhyinchotragus) guentheri* Thomas 1894, ♀ zur Verfügung. Für die histologische Bearbeitung verfügte ich über komplette Schnittserien und Einzelschnitte von Antorbitaldrüsen folgender Arten:

1. *Madoqua phillipsi bararensis* Neumann 1905, ♂ aus Äthiopien. Fixation in Bouin, Einbettung in Paraffin, Schnittserie von 10 µ Dicke, Färbung mit Hämatoxylin-

<sup>1</sup> Ergebnisse der mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführten Äthiopienreise von Prof. STARCK 1955/56.

Eosin und Azan, einzelne Schnitte auch nach GOLDNER, oder Versilberung nach BODIAN und GOMORI.

2. *Madoqua (Rhyinchotragus) guentheri* Thomas 1894, ♂ aus Äthiopien. Fixation in Formol-Eisessig-Alkohol-Gemisch, Einbettung in Paraffin, Schnittserie 12  $\mu$ , Färbung mit Hämatoxylin-Eosin und Azan, außerdem Einzelschnitte nach GOLDNER, Htx., van Gieson, Resorcinfuchsin-Kernechtrot.
3. *Madoqua (Rhyinchotragus) kirki cavendishi* Thomas 1898, ♀ aus Ostafrika (Serengeti). Fixation in Formol, Gefrierschnitte 30–40  $\mu$ , Färbung Htx. und Sudan III oder Sudanschwarz B, zum Teil nach vorausgehender Bleichung des enthaltenen Pigments mit Wasserstoffsperoxyd (3%ig) unter Zusatz von 1% sek. Natriumphosphat ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) für 3 Stunden.

Außerdem Einbettung in Paraffin einer zweiten Drüse des gleichen Tieres. Schnitt-dicke 6–12  $\mu$ , Färbung H.-E. mit und ohne Bleichung.

Herrn Prof. Dr. D. STARCK danke ich herzlich für die Überlassung des äthiopischen Materials. Zwei Voraugendrüsen der ostafrikanischen Form *Madoqua (Rhyinchotragus) kirki* wurden mir freundlicherweise von Herrn und Frau Dr. HENDRICH, Bad Münstereifel, zur Verfügung gestellt.

### Makroskopische Befunde

Bei *Madoqua phillipsi hararensis* liegt ein dunkel pigmentierter fast haarloser Fleck 8 mm vor und 3 mm unterhalb des nasalen Augenwinkels. Etwa in der Mitte dieses 10×8 mm großen Bezirks mündet mit angedeutet schlitzförmiger Öffnung ein Ausführungsgang, der von medial rostral kommt und in der Tiefe von einem schwarzen Sekret erfüllt ist (Abb. 1 oben).

Ganz ähnlich sind die Verhältnisse bei *Madoqua (Rhyinchotragus) guentheri* (Abb. 1 unten). Die Einsenkung in der Mitte des 8×13 mm messenden schwarzen Flecks ist hier mit feinen farblosen Haaren besetzt. Mit Hilfe einer Lupe lassen sich an diesen Härchen zwei Arten von fixierten Sekrettröpfchen erkennen: größere schwarze und kleine weißlich-durchsichtige.

Herauspräparierte Drüsen sehen zum Teil mandelförmig aus (Untergattung *Madoqua*), teils sind sie mehr abgerundet etwa von der Größe einer Haselnuß (Untergattung *Rhyinchotragus*). Die gesamte Drüse ist 20–25 mm lang, ca. 15 mm breit und an der dicksten Stelle 8–15 mm stark.

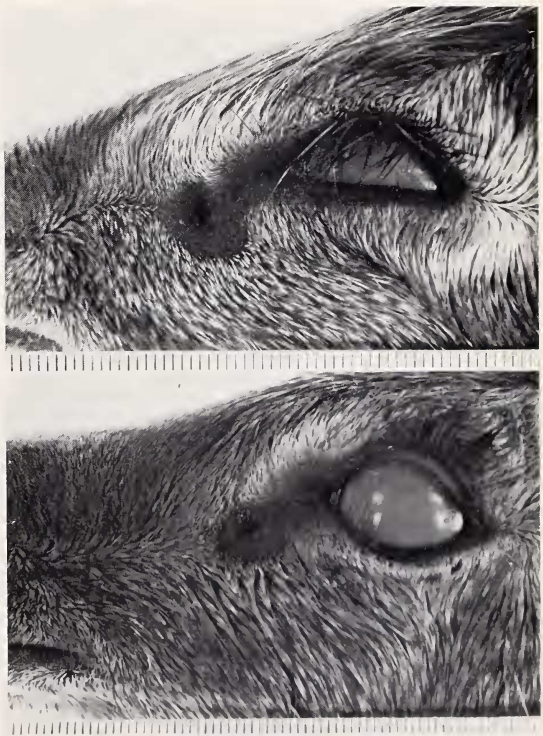


Abb. 1. Augenregion mit Mündung der Antorbitaldrüse bei *Madoqua phillipsi hararensis* ♂ (oben) und *Madoqua (Rhyinchotragus) guentheri* ♂ (unten). Maßstabsteilung 1 mm

Lage und Größe der Antorbitaldrüsen sind auch am mazerierten Schädel durch eine entsprechende Grube im Os lacrimale gut erkennbar.

Legt man nun einen Längsschnitt durch eine herauspräparierte Drüse, so kann man mit freiem Auge bei allen untersuchten Species einen Dreischichtenbau erkennen, den schon BECCARI (1910) als charakteristisch beschrieben hat: unter der Epidermis liegt eine oberflächliche weiße Schicht, darunter folgt eine vollständig schwarze Mittelzone. Die tiefste Schicht ist wieder weiß und umgibt die mittlere mantelartig von unten und von den Seiten.

### Mikroskopische Befunde

Die histologischen Schnittpräparate geben Aufschluß darüber, welche Strukturen diesem durch die Farbunterschiede auch makroskopisch so deutlichen Schichtenbau zugrunde liegen (Abb. 2 und 3). Die äußere weiße Schicht (Strato bianco superficiale BECCARIS) wird dargestellt vom Corium der Haut. Es ist bei *Madoqua phillipsi* ca. 2 bis 3 mm dick und besteht aus faserreichem, kollagenem Bindegewebe, in das ganz vereinzelt Haarbälge mit Talgdrüsen eingelagert sind. Die äußere Ersatzzellschicht (Matrix) der typischen Talgdrüsen enthält reichlich dunkelbraune Pigmentkörnchen. Das Corium wird bedeckt vom mehrschichtigen, meist nur 4–5 Zelllagen dicken und nur schwach verhornten Plattenepithel der Epidermis. Deren Stratum basale enthält ebenfalls reichlich Pigment, das ihr auch äußerlich die schwärzliche Farbe verleiht.

Von der tiefsten Stelle der makroskopisch beschriebenen grubenförmigen Einsenkung führen bei *Madoqua phillipsi* zwei Epidermiseinsenkungen in die Tiefe (Abb. 2),



Abb. 2 und 3. Längsschnitt durch eine Antorbitaldrüse. Beachte die Anordnung des schwarzen und weißen Drüsenanteils. Ungebleicht, Färbung H.-E., Vergr. 3,5 × — Oben: *Madoqua phillipsi baravensis* ♂ — Unten: *Madoqua (Rhynchotragus) guentheri* ♂

die das Ausführungsgangssystem der pigmentierten Mittelzone (Strato nero BECCARIS) bilden und mit einer schwarzen Masse angefüllt sind. Sie werden bei dem untersuchten Phillips-Dikdik im Bereich des Coriums von je einer wallartigen zirkulären Ansammlung lymphatischen Gewebes umgeben (Abb. 4). Nahe Epidermisbezirke enthalten Lymphocyten und sind im Sinne einer „Durchwanderungszone“ aufgelockert. BAUTZMANN (1951) hat die Beziehungen zwischen lymphoreticulärem Gewebe und exokrinen Drüsen auf breiter Basis untersucht und das regelmäßige Nebeneinander beider Gewebe als lymphoglanduläre Funktionseinheit“ begründet. Die genannten Epidermiseinsenkungen verzweigen sich im In-

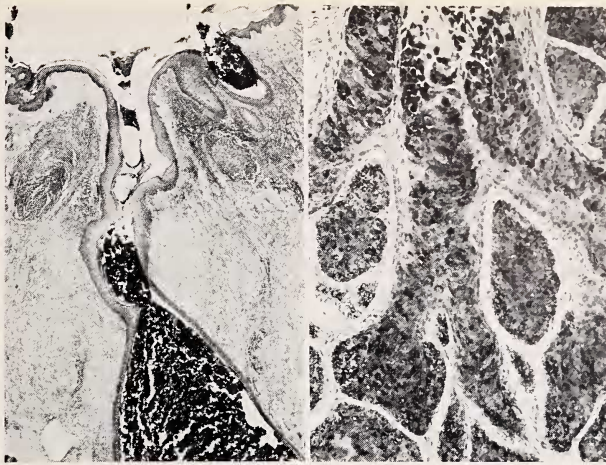


Abb. 4 (links). *Madoqua phillipsi bararensis* ♂. Gleiches Präparat wie Abb. 2. An der Mündung eines Ausführungsganges liegt zirkulär eine Ansammlung lymphatischen Gewebes. Vergr. 25 × — Abb. 5 (rechts). *Madoqua phillipsi bararensis* ♂. Endstücke des schwarzen Antorbitaldrüsenanteils mit holokriner Sekretion. Ungebleicht, Färbung GOLDNER, Vergr. 80 ×

nern der schwarzen Mittelzone stark. An den Enden des Gangsystems hängen traubenartig massive Drüsenendstücke, die meist nicht rundlich, sondern gelappt sind und in ihrer Gesamtheit die Mittelschicht aufbauen (Abb. 5). Sie bestehen aus polygonalen Zellen mit ca. 8–10  $\mu$  großen locker strukturierten Kernen, deren Cytoplasma besonders im Innern der Endstücke vollgestopft ist mit ca. 1  $\mu$  kleinen braunschwarzen Pigmentkörnchen. Mit größter Wahrscheinlichkeit handelt es sich dabei um Melanin, da der Farbstoff durch Behandlung mit Wasserstoff-

superoxyd nach einigen Stunden völlig ausbleicht. Für Melanin spricht auch die in den Versilberungspräparaten deutlich starke Argentaffinität der Pigmentkörnchen.

In der Randzone der Endstücke schieben sich dicht mit Melanin beladene stark verzweigte Chromatophoren mit ihren Ausläufern zwischen die Drüsenzellen. Sie sind auf Flachschnitten durch Randbezirke der kolbenförmigen Enden besonders gut erkennbar (Abb. 6). An den Stellen, an denen die Endstücke in das Gangsystem übergehen, sind die Drüsenzellen oft eigenartig abgeplattet und konzentrisch geschichtet, die Zellgrenzen sind sehr deutlich zu

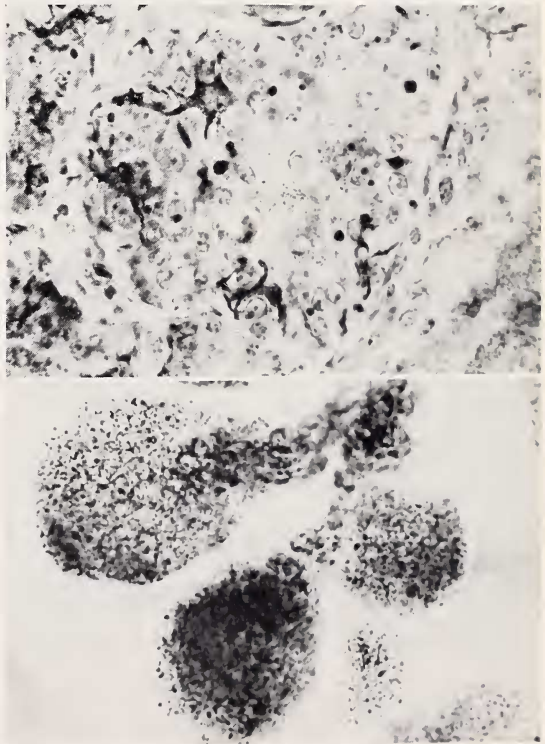


Abb. 6 (oben). *Madoqua phillipsi bararensis* ♂. Tangentialschnitt durch ein Endstück des pigmentierten Drüsenanteils. Zwischen den Drüsenzellen Melanophoren mit verzweigten Ausläufern. Ungebleicht, Färbung H.-E., Vergr. 500 × — Abb. 7 (unten). *Madoqua (Rhynchotragus) kirki* ♀. Fetttropfchen in den Zellen dreier Endstücke des schwarzen Drüsenanteils. Gefrierschnitt, gebleicht, Färbung Sudanschwarz B, Vergr. 160 ×

sehen, und es treten intrazellulär Vakuolen auf, deren Inhalt mit Sicherheit bei der üblichen histotechnischen Behandlung herausgelöst worden ist (Abb. 9). Verfolgt man die mit Zellen vollgepackten Gänge weiter mündungswärts, so erkennt man zunehmend Zeichen der Kernpyknose, schließlich löst sich der Zellverband und durch Ausstoßung ganzer Zellen entsteht das nach der Fixation bröckelig erscheinende schwarze Sekret der Mittelschicht (Abb. 5). Der Sekretionsmodus des mittleren Drüsenabschnittes ist also eindeutig holokrin. An gebleichten Gefrierschnitten der Antorbitaldrüsen von *Madoqua kirki* durchgeführte Fettfärbungen mit Sudan III und Sudanschwarz B (Abb. 7) erweisen, daß die pigmentierten Zellen besonders bei dieser Art sehr reichlich Lipide in Form verschieden großer Tröpfchen enthalten, was auf Grund der Vakuolen an entfettetem Material ohne weiteres zu vermuten war. Hier zeigt sich allerdings ein Unterschied zwischen den untersuchten Drüsen von *Madoqua (Rhyndotragus) kirki* einerseits und den beiden Vergleichsformen auf der anderen Seite. Letztere Antorbitaldrüsen enthalten Fett in den Zellen der pigmentierten Mittelschicht in Form je eines großen Tropfens, was ich allerdings nur aus dem Negativbild der Vakuolen erschließen konnte, da Gefrierschnitte von diesem Material nicht angefertigt worden waren. Bei *Madoqua kirki* wird das pigmenthaltige Cytoplasma durch die zahlreichen Lipidtropfen meist auf den kernnahen Raum zusammengedrängt (Abb. 8). Auf dieser Abbildung erkennt man auch deutlich eine abgeplattete Schicht von Matrixzellen um die Endstücke herum, die SCHAFFER (1924) als charakteristisch für Talgdrüsen und ihre Modifikationen ansah.

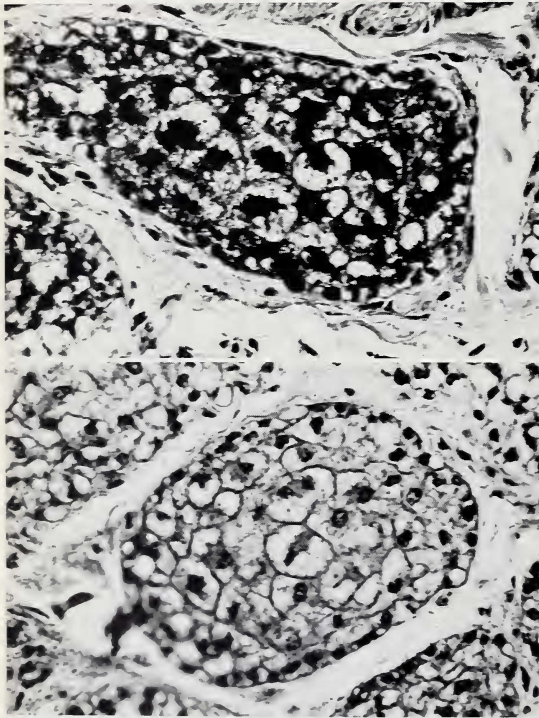


Abb. 8. *Madoqua (Rhyndotragus) kirki* ♀. Endstücke des pigmentierten Drüsenanteils. Beachte die Vielzahl der Vakuolen in den Drüsenzellen und die um die Endstücke liegende Matrixschicht. Ungebleicht (oben) und gebleicht (unten). Färbung H.-E. Vergr. 400 ×

Zusammenfassend kann man die Drüsen der schwarzen Mittelschicht nach einer Einteilung von SCHAFFER (1924) als polypityche, holokrin sezernierende, stark verzweigte Pigmentdrüsen bezeichnen, die sich im Bau von Talgdrüsen ableiten lassen. Es gibt wenig Anhalt dafür, daß es sich um holomerochrone sog. „hepatoide“ Endstücke handeln könnte, wie SCHAFFER (1940) sie bei der Untersuchung der Antorbitaldrüse von *Gazella dorcas* beschrieben hat.

Die tiefe weiße Schicht (strato bianco profondo) BECCARIS wird durch schmale Bindegewebssepten in mehrere Läppchen unterteilt, die jeweils einen stark aufgeknaulerten Tubulus enthalten. Diese wahrscheinlich unverzweigten Drüsenschläuche werden von einem einschichtigen, unpigmentierten, je nach Funktionszustand iso- bis hochprismatischen Epithel gebildet. Die Zellkerne der Epithelzellen sind locker strukturiert, weisen oft mehrere Nukleolen auf und liegen meist im mittleren Zell-

drittel. An den hochprismatischen Zellen kann man Ergastoplasma in Form der Basalfilamente deutlich erkennen, wie die Zahl der Nucleolen ein Zeichen für lebhaftere Proteinsynthesetätigkeit

(Abb. 9). Das apikale Cytoplasma solcher Kanälchenabschnitte ist vakuolisiert und bildet gegen die Tubuluslichtung pilz- oder kuppelförmige Protrusionen. An zahlreichen Stellen glaubt man mit stärkster Vergrößerung erkennen zu können, daß die apikalen Protrusionen sich absetzen vom übrigen Cytoplasma und im Kanälchenlumen das Sekret bilden (Abb. 10). SCHIEFFERDECKER (1922) hat diesen Vorgang als apokrine Sekretion bezeichnet.

Zwischen Epithel und der Basalmembran liegen schlanke Myoepithelzellen, die besonders auf Tangentialschnitten gut erkennbar sind. Vereinzelt findet man zwischen den schon beschriebenen prismatischen Tubulusepithelzellen größere rundliche Zellformen, deren Cytoplasma sich stärker mit Eosin anfärben läßt und schollig erscheint. Die Kerne solcher Zellen weisen Zeichen der Pyknose auf (Abb. 9).

Das reich kapillarisierte intertubuläre Bindegewebe enthält kollagene und argyrophile Fasern, elastische Elemente sind nicht nachweisbar.

Die apokrinen Schlauchdrüsen münden, wie dies auf einem Übersichtsbild der Antorbitaldrüse von *Rhynchotragus guentheri* (Abb. 3) gut zu sehen ist, mittels weiterer, gewundener Gänge in das Ausführungsgangsystem der Mittelschicht. Daraus erklärt sich, daß man äußerlich im Mündungsschlitz schwarze und helle Sekrettröpfchen nebeneinander nachweisen kann. Für die Entleerung der Drüse ist sicherlich von Bedeutung, daß Fasern der Gesichtsmuskulatur in die Schicht der apokrinen Schlauchdrüsen einstrahlen. Es ist von Beobachtern nämlich mehrfach beschrieben worden, daß die Tiere ihre Voraugendrüsen geradezu „ausstülpen“ können. Ich nehme an, daß Fasern des *M. orbicularis oculi* zusätzlich diese Funktion aus-

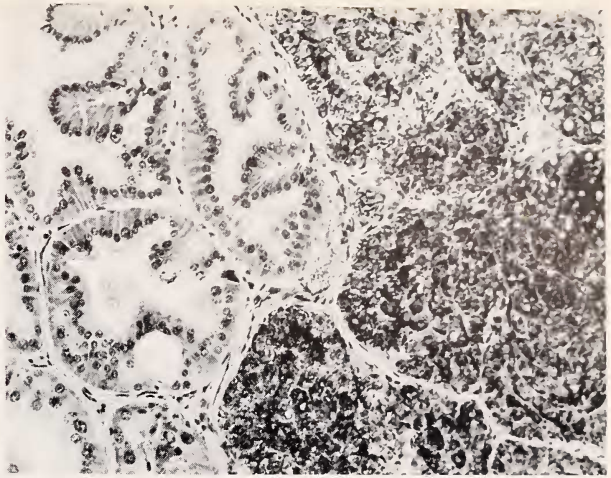


Abb. 9. *Madoqua phillipsi bararensis* ♂. Links einige Tubuli des weißen Antorbitaldrüsenanteils, rechts massive melaninhaltige Endstücke des schwarzen Teils. Ungebleicht, Färbung H.-E., Vergr. 150 ×

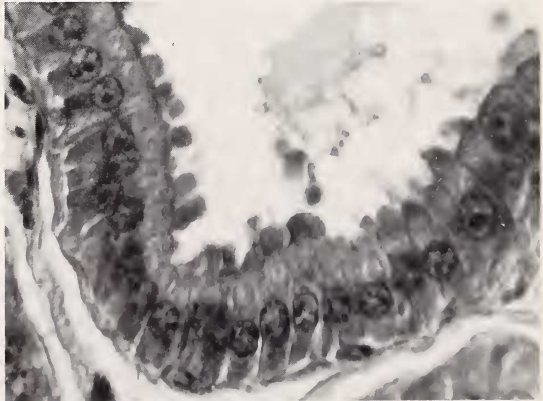


Abb. 10. *Madoqua phillipsi bararensis* ♂. Apokrine Sekretion in einem Tubulus des weißen Drüsenanteils. Färbung H.-E., Vergr. 900 ×

üben, da während des Abstreifens von Antorbitalsekret das Auge zum Schutz der Cornea geschlossen werden muß.

Das gesamte Drüsenorgan wird von einer bindegewebigen Kapsel umgeben, die sich am Periost des Schädels anheftet. Der Bezirk der monoptychen, apokrin sezernierenden Schlauchdrüsen ist im Prinzip bei den drei untersuchten Arten völlig gleich gebaut, Dickenunterschiede sind durch unterschiedliche Schnittrichtung und Substanzverluste beim Herauspräparieren bedingt. Bei den beiden Antorbitaldrüsen von *Madoqua (Rhyinchotragus) kirki* waren die Tubulusepithelzellen durch Autolyse verändert und von der Basalmembran abgelöst.

## Diskussion

Bei den Antorbitaldrüsen von *Madoqua* handelt es sich um Drüsenorgane, die aus zwei völlig verschieden aufgebauten und nach unterschiedlichem Modus sezernierenden Anteilen zusammengesetzt sind. Die Untersuchungen BRINKMANN'S (1911, 1912) und BECCARI'S (1910) können in dieser Beziehung bestätigt werden.

SCHAFFER (1923) beschrieb bei der Untersuchung der Circumanaldrüse des Hundes einen Drüsentyp, der zwar den Talgdrüsen ähnlich sieht, aber nicht nach dem holokrinen Modus sezerniert. Vielmehr seien solche Drüsen dem merokrinen Typ zuzurechnen. Sie ergössen ihr dünnflüssiges Sekret durch interzelluläre Sekretkapillaren ähnlich den Gallekapillaren. SCHAFFER nannte diese Drüsenform „hepatoid“. Er beschrieb später auch Mischformen, sogenannte holomerokrine Drüsen mit hepatoider Außen- und holokriner Innenzone, zum Beispiel die „Brunftfeige“ der Gemse, die „Viole“ des Rotfuchses und den zentralen Teil der Antorbitaldrüse von *Gazella dorcas*.

Bei der pigmentierten Mittelschicht der Antorbitaldrüsen von *Madoqua* handelt es sich meiner Meinung nach weder um typische holomerokrine Drüsen, noch um echte Talgdrüsen. Allerdings spricht das Vorkommen einer Matrixschicht von abgeplatteten Ersatzzellen um die Drüsenendstücke mehr für die Zugehörigkeit zu den Talgdrüsen. Die Überlegungen zeigen aber auch, daß eine scharfe Trennung unmöglich ist, weil es offenbar fließende Übergänge zwischen beiden Drüsentypen gibt. Im übrigen muß die Bestätigung der von SCHAFFER (1923) lichtmikroskopisch gesehenen Sekretkapillaren einer elektronenoptischen Untersuchung vorbehalten bleiben.

Der Nachweis von Melanophoren in der pigmentierten Zone der untersuchten Antorbitaldrüsen zeigt erneut, daß auch dieses Melanin nicht intraepithelial entsteht, sondern aus besonderen Pigmentzellen an die Drüsenepithelzellen abgegeben wird. Der Mechanismus der Pigmentübertragung wurde kürzlich von RUPRECHT (1971) am Beispiel der gefärbten Vogelfeder elektronenmikroskopisch beschrieben. BECCARI (1910) hat seine lichtmikroskopischen Befunde vollständig richtig in dieser Weise gedeutet.

Die Herkunft der Pigmentzellen war lange umstritten. Heute gilt als sicher, daß alle Chromatophoren von Neuralleistenzellen abstammen, und zwar bei allen Wirbeltieren. (Zusammenfassung STARCK 1964). Eine Übersicht über die bisher bekannten Drüsen, die ein melaninhaltiges Sekret produzieren, findet sich bei STARCK und SCHNEIDER (1971).

Das Vorkommen von zirkulären Ansammlungen lymphoreticulären Gewebes um die Antorbitaldrüsenmündungen bei *Madoqua phillipsi* ist deshalb bemerkenswert, weil die Drüsen auf der Epidermis, einer äußeren Körperoberfläche, münden. BAUTZMANN (1951) hatte das regelmäßige Auftreten lymphatischen Gewebes an zahlreichen Drüsenmündungen im Bereich der Schleimhaut innerer Körperoberflächen beschrieben und als „Schutz- und Abwehrapparat gegen bakterielle und toxische Infektionsreize“ funktionell begründet.

An der klassischen Auffassung vom Mechanismus der apokrinen Sekretion wurde

in den letzten Jahren auf Grund zahlreicher elektronenmikroskopischer Untersuchungen Kritik geübt (BARGMANN und KNOOP 1959, BARGMANN, KNOOP und FLEISCHHAUER 1961; MONTAGNA 1962, MUNGER 1965 a und b). Vor allem wurde der Vorgang der „Dekapitation“ der Zellkuppen abgelehnt. Die lichtmikroskopische Untersuchung läßt hier jedoch die Abstoßung ganzer mit Sekretgranula erfüllter Zellkuppen für möglich erscheinen. KÜHNEL (1971) kam bei der lichtmikroskopischen Analyse der Rectaldrüse des Kaninchens zum gleichen Ergebnis.

Die Einheitlichkeit des Baues der gesamten Antorbitaldrüse innerhalb der Gattung *Madoqua* (und davon abweichende noch unpublizierte Befunde bei *Cephalophus*) machen wahrscheinlich, daß es sich um gruppenspezifische Bildungen handelt.

Die biologische Bedeutung des Melanins in einem Teil des Antorbitaldrüsensekretes bei *Madoqua* ist unklar. Eine optische Signalfunktion erscheint mir nicht wahrscheinlich, da die abgesetzten Sekretropfen relativ klein sind. Vielleicht ist das Melanin ein Endprodukt der für die Bildung der Duftstoffe ablaufenden chemischen Reaktionsketten.

### Zusammenfassung

Die Antorbitaldrüsen von drei untersuchten Arten der Gattung *Madoqua* sind zusammengesetzte Drüsenorgane, die aus einem zentralen schwarzen und einem peripheren weißen Abschnitt bestehen und von einer bindegewebigen Kapsel umgeben werden. Der schwarze Anteil wird aufgebaut aus polyptychen, lipidreichen, melaninhaltigen Drüsen, die holokrin sezernieren und als modifizierte Talgdrüsen aufzufassen sind. In den Randbezirken der pigmentierten Drüsenendstücke wurden Melanophoren nachgewiesen.

Der weiße Anteil besteht aus dicht gepackten, stark aufgeknäuelten tubulösen Drüsen, die nach apokrinem Modus sezernieren. Beide Anteile münden auf dem Grund einer Epidermisenkung im Zentrum des Antorbitalorgans.

Die Bedeutung der Befunde für die Morphologie der Hautdrüsen wird diskutiert.

### Summary

#### *On the antorbital glands of Madoqua (Bovidae, Mammalia)*

The preorbital organ of three species of *Madoqua* has been investigated. These organs are enclosed by a capsule of connective tissue. Each organ is black in the center and white in the periphery. The black part contains glands with several layers of secreting cells („polyptyche Drüsen“ of SCHAFFER) which are rich in lipid droplets and melanin. They are considered to be modified sebaceous glands. In the basal segments of these glands melanocytes have been found.

The marginal white area of the preorbital organ consists of packed coiled tubules of apocrine glands.

The glands of the white and those of the black segment open into the same two ducts which reach the surface in the center of the preorbital organ.

The morphology of cutaneous glands is discussed.

### Literatur

- BARGMANN, W., und KNOOP, A. (1959): Über die Morphologie der Milchsekretion. Licht- und elektronenmikroskopische Studien an der Milchdrüse der Ratte. *Z. Zellf.* **49**, 344—388.
- BARGMANN, W., FLEISCHHAUER, K., und KNOOP, A. (1961): Über die Morphologie der Milchsekretion II. Zugleich eine Kritik am Schema der Sekretionsmorphologie. *Z. Zellf.* **53**, 545—568.
- BAUTZMANN, H. (1951): Von der Bindung lymphoiden Gewebes an exkretorische Drüsen. *Morph. Jahrb.* **91**, 331—367.
- BECCARI, N. (1910): Ricerche intorno alle tasche ed ai corpi ghiandolari suborbitali in varie specie di Ruminanti. *Arch. Ital. Anat. Embr.* **9**, 660—717.
- BRINKMANN, A. (1911): Bidrag til Kundskaben om Drøvtyggersnes Hudkirtelorganer. 230 S. Köbenhavn.
- (1912): Die Hautdrüsen der Säugetiere (Bau und Sekretionsverhältnisse). *Erg. Anat. Entw.* **20**, 1173—1231.



- HENDRICH, H., und HENDRICH, U. (1971): Dikdik und Elefanten. Ökologie und Soziologie zweier afrikanischer Huftiere. R. Piper & Co, München.
- KÜHNEL, W. (1971): Die Glandulae rectales (Proctodaealdrüsen) beim Kaninchen. Lichtmikroskopische und histochemische Untersuchungen. Z. Zellf. 118, 127—141.
- MONTAGNA, W. (1962): The structure and function of skin. Second edition, Academic Press New York.
- MÜLLER-SCHWARZE, D., und LEMPERLE, E. (1964): Objektivierung und Analyse olfaktorischer Signale der Säugetiere mit Hilfe der Gaschromatographie. Die Naturwiss. 51, 346—347.
- MUNGER, B. L. (1965a): The Cytology of apocrine sweat glands. I. Cat and Monkey. Z. Zellf. 67, 373—389.
- (1965b): The Cytology of apocrine sweat glands. II. Human. Z. Zellf. 68, 837—851.
- POCOCK, R. J. (1910): On the specialised cutaneous glands of Ruminants. Proc. Zool. Soc. London, 840—896.
- (1918): On some external characters of Ruminant Artiodactyla. Part I. The Cephalophinae, Oreotraginae and Madoquinae. Ann. Mag. Nat. Hist. Vol. I (9. Ser.), 426—436.
- RUPRECHT, K. W. (1971): Pigmentierung der Dunenfeder von *Gallus domesticus* L. Z. Zellf. 112, 396—413.
- SCHAFFER, J. (1923): Neue Drüsentypen. Verh. Anat. Ges. 32. Vers. Heidelberg, 242—252.
- (1924): Zur Einteilung der Hautdrüsen. Anat. Anz. 57, 353—372.
- (1940): Die Hautdrüsenorgane der Säugetiere mit besonderer Berücksichtigung ihres histologischen Aufbaues und Bemerkungen über die Proktodaealdrüsen. Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.
- SCHIEFFERDECKER, P. (1917, 1922): Die Hautdrüsen des Menschen und der Säugetiere, ihre biologische und rassenanatomische Bedeutung, sowie die *Muscularis sexualis*. Biol. Zentralbl. 37 (1917) 534—562 (vorl. Mitteilung) und Zoologica 27 (Heft 72) (1922) 1—154.
- SCHUMACHER, S. v. (1917): Eine „Pigmentdrüse“ in der Nasenhaut des Hasen. Anat. Anz. 50, 161—171.
- SIMONETTA, A. M. (1966): Osservazioni etologiche ed ecologiche sui Dik-Dik (gen. *Madoqua*; Mammalia, Bovidae) in Somalia. Mon. Zool. Ital. 74, Suppl., 1—33.
- STARCK, D. (1964): Herkunft und Entwicklung der Pigmentzellen. In JADASSON, J.: Handbuch der Haut- und Geschlechtskrankheiten, Bd. I, Teil II, p. 139—175, Springer, Berlin—Göttingen—Heidelberg—New York.
- STARCK, D., und SCHNEIDER, R. (1971): Zur Kenntnis insbesondere der Hautdrüsen von *Pelea capreolus* (Artiodactyla, Bovidae, Antilopinae, Peleini). Z. Säugetierkunde 36, 321 bis 342.
- TINLEY, K. L. (1969): Dikdik *Madoqua kirki* in South West Afrika: Notes on Distribution, Ecology and Behaviour. *Madoqua* 1, 7—33.
- Anschrift des Verfassers:* Dr. med. J. RICHTER, Dr. Senckenbergische Anatomie der Universität 6000 Frankfurt/Main, Ludwig-Rehn-Straße 14

## An Analysis of the Mechanisms of Brooming of Mountain Sheep Horns

By D. M. SHACKLETON and D. A. HUTTON

*Environmental Sciences Centre (Kananaskis)*  
and *Department of Biology, University of Calgary Calgary, Alberta*

Receipt of Ms. 19. 7. 1971

### Introduction

In many species of mountain sheep (*Ovis*) the horns are found to suffer some form of damage. Most frequently the tips are broken or splintered. In North American sheep, horns which exhibit this type of damage are said to be "broomed". Brooming